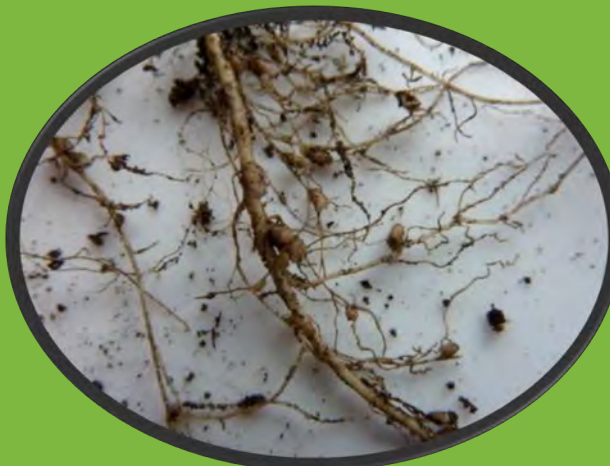




Norsk senter for økologisk landbruk

**Jordhelse, karbonlagring og biokull  
+ utstillingen Reisen i jorda**

**Tingvoll 29.juni 2023  
Reidun Pommeresche og Tatiana Rittl**



REIDUN POMMERESCHE



TATIANA RITTL

Foto uten navn er NORSØK bilder



# Internasjonal definisjon 2020- 2021



Food and Agriculture  
Organization of the  
United Nations

## TOWARDS A DEFINITION OF SOIL HEALTH

# ITPS

SOIL  
LETTERS

INTERGOVERNMENTAL  
TECHNICAL PANEL  
ON SOILS

# 1  
September  
2020

### Jordhelse

«Jordas evne til å opprettholde  
produktivitet, mangfold og  
økosystemtjenester i  
terrestriske økosystem»

The Intergovernmental Technical Panel on Soils (ITPS)

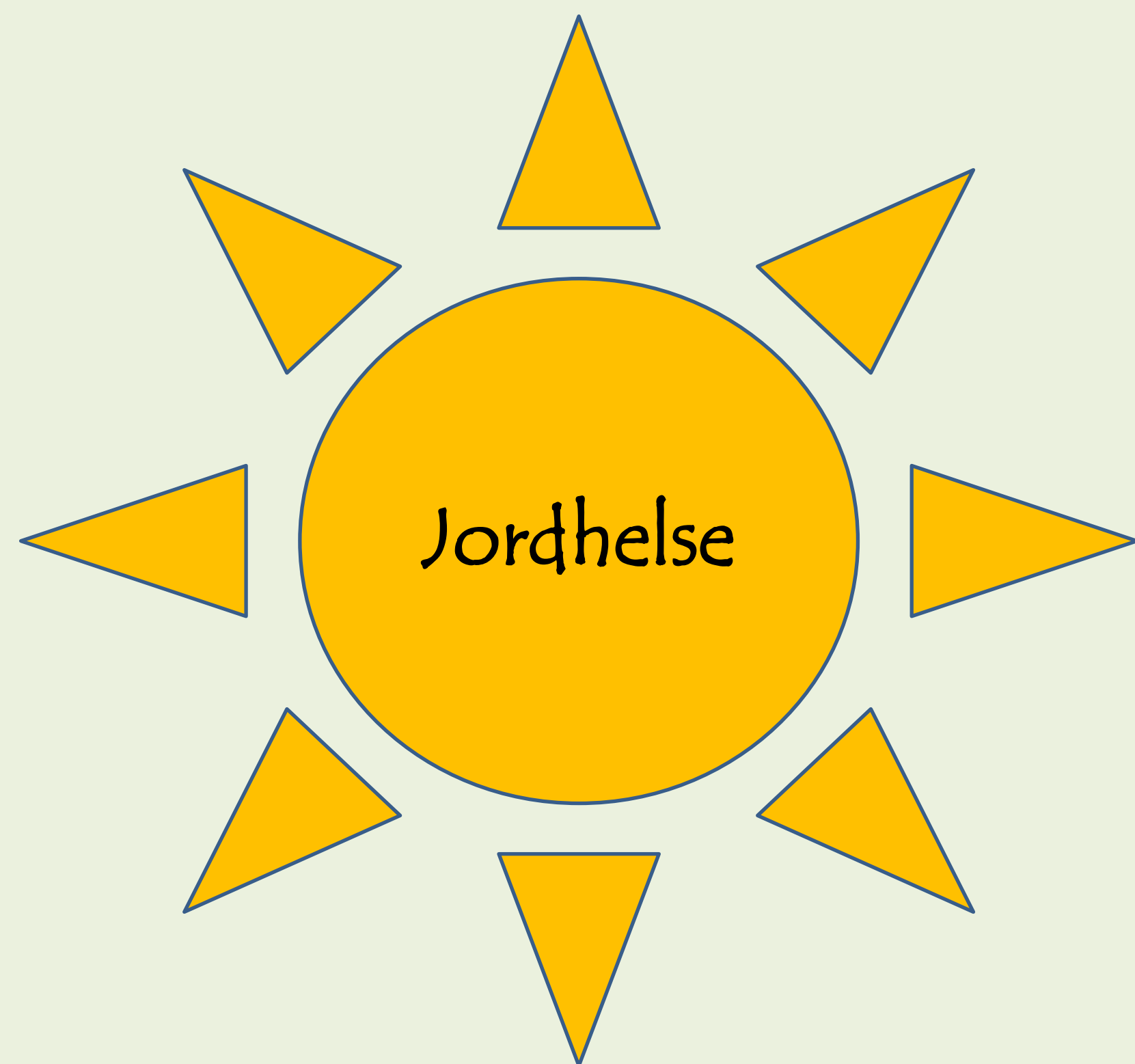
not been only cycles, and hence of climate, among other ecosystem services inherent to soils. Thus, a natural healthy soil would of adaptation to existing changing environment: i.e. resilience, maintaining the ability to sustain those services in the face of environmental alterations.

### ITPS DEFINITION OF SOIL HEALTH

The Intergovernmental Technical Panel on Soils (ITPS) defines soil health as “**the ability of the soil to sustain the productivity, diversity, and environmental services of terrestrial ecosystems**”. In managed

©FAO / Matteo Sala

# Jordhelse - det nye moteordet



Jordfruktbarhet

Jordkvalitet

Bærekraftig landbruk

Økologisk  
landbruk?



2008



# PRINSIPPENE for ØKOLOGISK LANDBRUK INNLEDNING

Disse prinsippene er grunnlaget som økologisk landbruk vokser og utvikler seg fra. De uttrykker hva økologisk landbruk kan bidra med til verden, og er en visjon om å forbedre hele landbruket i global sammenheng.

Landbruk er en av menneskehetens mest grunnleggende aktiviteter, fordi alle mennesker daglig har behov for mat. Historie, kultur og fellesskapsverdier er sterkt forankret i landbruket. Prinsippene gjelder for landbruk i videste forstand. Dette omfatter hvordan mennesker forvalter jord, vann, planter

og dyr for å produsere, foredle og fordele mat og andre varer. De handler også om hvordan menneskene samhandler med levende landskap, forholder seg til hverandre og former arven til framtidige generasjoner.

Prinsippene for økologisk landbruk skal inspirere hele den økologiske bevegelsen. De er retningsgivende for utvikling av standpunkter, programmer og retningslinjer i IFOAM. Visjonen er at prinsippene skal bli tatt i bruk over hele verden.



## Økologisk Landbruk

bygger på: **Helseprinsippet**

**Økologiprinsippet**

**Rettferdighetsprinsippet**

**Varsomhetsprinsippet**

Hvert prinsipp er formet som en erklæring etterfulgt av en forklaring. Prinsippene skal brukes som en helhet. De er formulert som etiske prinsipper for å inspirere til handling.

## HELSEPRINSIPPET

Økologisk landbruk skal opprettholde og fremme helsa til jord, planter, dyr, mennesker og jordkloden som en udelelig helhet.

## ØKOLOGIPRINSIPPET

Økologisk landbruk skal bygge på levende økologiske systemer og kretsløp, arbeide med dem, etterligne dem og hjelpe til å bevare dem.

## RETTFERDIGHETSPRINSIPPET

Økologisk landbruk skal bygge på relasjoner som sikrer rettferdighet når det gjelder vårt felles miljø og mulighet for livsutfoldelse.


## VAR SOMHETSPRINSIPPET

Økologisk landbruk skal drives på en ansvarlig og varsom måte for å ta vare på miljøet og beskytte helse og velvære for nåværende og framtidige generasjoner.

<https://www.ifoam.bio/why-organic/organic-landmarks/definition-organic>

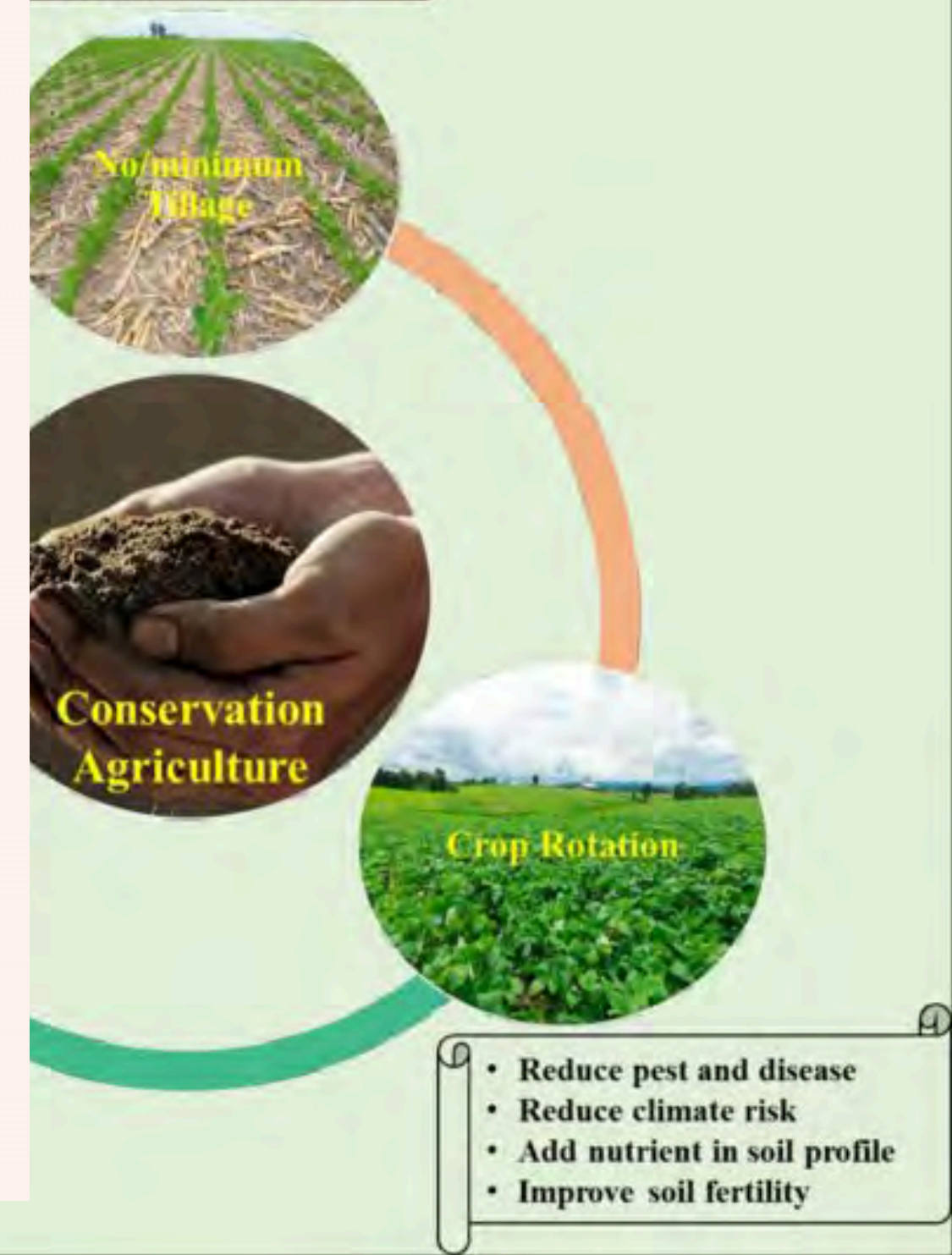
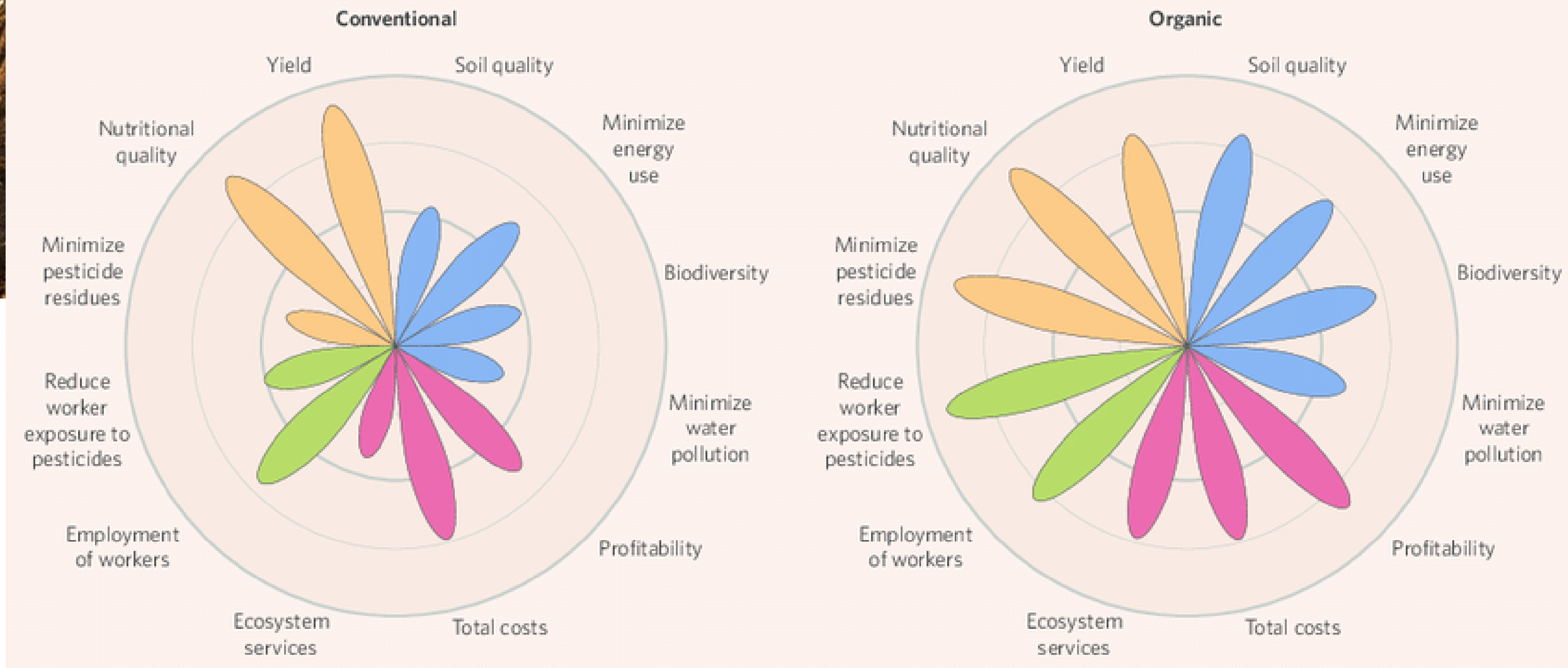


# REGENERATIVE AGRICULTURE SHIFTS THE PARADIGM

Compete with Nature  Partner with Nature



- Reduce soil compaction
- Improve soil health
- Reduce GHGs emission
- Reduce soil erosion



Bilder fra Internet



# God jordhelse i praksis

- når økosystemet i jorda fungerer bra
- planteproduksjon og jordliv
- Andre økosystemtjenester  
(omdanning, infiltrasjon, karbonforvaltning)

**God jordhelse er noe vi har som mål...**





# Naturgitte og bruksrelatert forhold påvirker jordhelsa på gardsnivå

**Naturgitte forhold** : Løsmasser og avsetninger, klima

**Bruksrelaterte forhold** : Jordbrukshistorie, drift, type produksjon, tilførsel av næring og organisk materiale



Siltig sandjord, Nordmøre



Myrjord (<30% org. mat.), Nordmøre



Lettleire, Sigdal i Buskerud



# KARBONKALKULATOR FOR JORD



## KAN EN KARBONKALKULATOR FOR JORD VÆRE TIL NYTTE FOR LANDBRUKET?

Karbon er i vinden. Det organiske materialet i jorda er en gigantisk karbonbank. Med Karbonkalkulatoren kan du estimere karbonbanken i jorda basert på data fra gårdens jordanalyser. Dette for å vite hvor mye karbon norske bønder forvalter i jorda si og for å kunne si noe om endringer over tid. Kunnskap om dette kan bidra til mer målretta tiltak for binding og lagring av karbon og som del av klimaarbeidet.

TEKST: Reidun Pommeresche og Sissel Hansen | NORSØK

Organisk materiale i jord er en gigantisk karbonbank-  
Finn ut hvor mye du har i banken!

**HVOR MYE KARBON ER DET I DENNE JORDA TRO?**  
Har du jordanalyser kan du bruke Karbonkalkulatoren for jord og finne mengden karbon i karbonbanken din. www.norsok.no

**FINN DIN KARBONBANK**

HVA. Karbonkalkulatoren er en Excel-fil.  
FRA NETT. Den lastes automatisk ned og legger seg i mappen Nedlastinger, når du åpner denne nettsiden (URL):

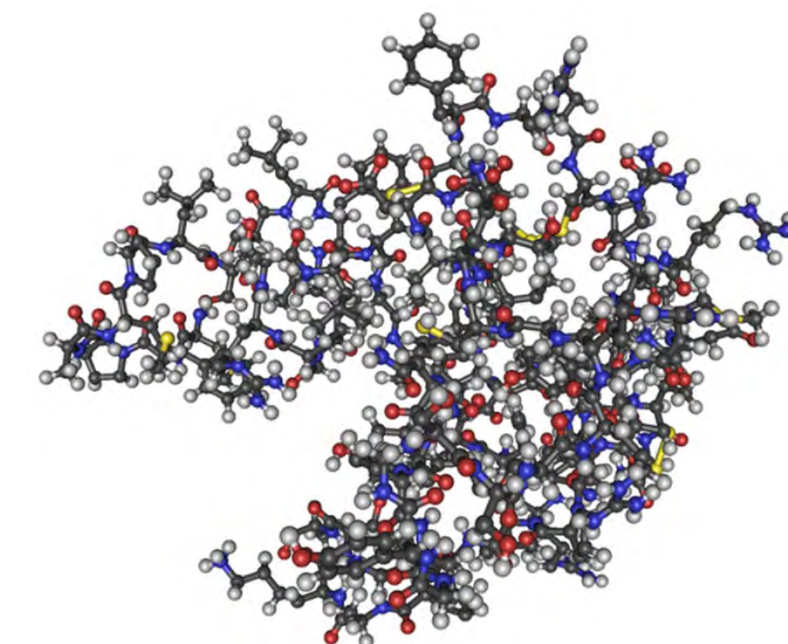
[bit.ly/karbonkalkulator](http://bit.ly/karbonkalkulator)

OBS. Kalkulatoren virker bare i Excel på en datamaskin, og derfor er det viktig at du åpner URLen på en datamaskin og ikke på en mobiltelefon.  
FRA EPOST. Eventuelt send epost til Reidun Pommeresche for å få fila tilsendt.

LAST NED HER

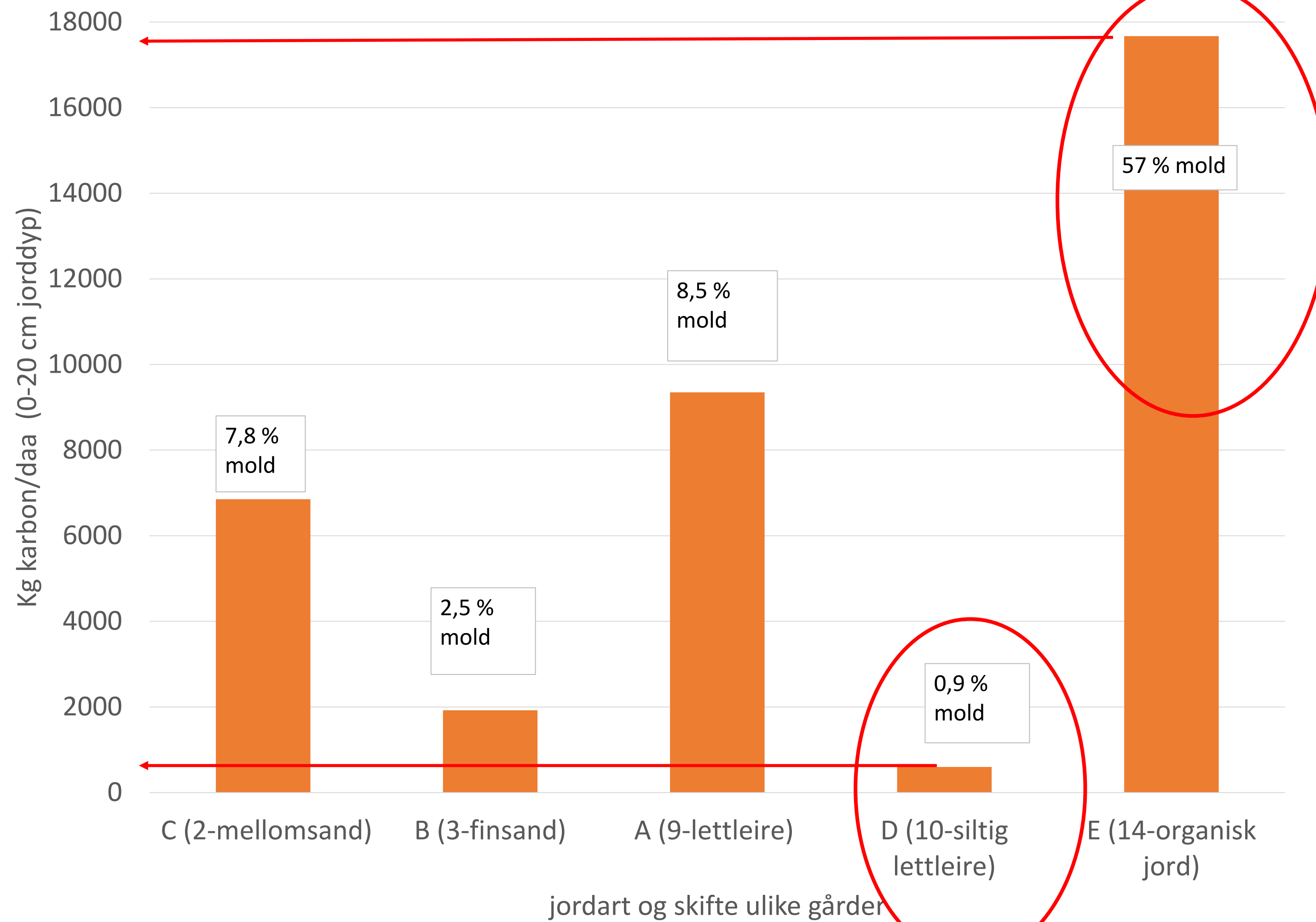
Merking	Skifte	Volumvekt kg/l lufttørr	Jordart	Leir- klasse	Mold %TS	Mold- klasse	pH	P-AL mg/100g lufttørr	P- klasse	K-AL mg/100g lufttørr	K- klasse	Mg-AL mg/100g lufttørr	Ca-AL mg/100g lufttørr	Na-AL mg/100g lufttørr	Gløde- tap %TS	KHNO3 mg/100g lufttørr
1	1	1.0	6	2	9.9	3	6.5	26	D	6	1	9	230	4	10.9	34
2	2	1.1	5	2	5.5	3	6.3	8	C1	6	1	5	82	4	6.5	36
5	5	1.2	6	2	7.4	3	6.4	14	C2	5	1	6	120	4	8.4	51
6	6	1.0	5	2	8.8	3	5.7	12	C2	6	1	7	270	4	9.8	22
8	8	1.1	5	2	8.3	3	6.5	33	D	6	1	8	210	3	9.3	60
9	9	1.1	5	2	7.2	3	6.6	30	D	9	2	8	180	3	8.2	52
17	17	0.86	6	2	9.8	3	5.7	3	A	6	1	6	45	4	10.8	49
33	33	0.93	5	2	12.6	4	5.5	13	C2	8	2	6	37	4	13.6	47
41	41	1.0	2	1	9.1	3	6.7	13	C2	6	1	6	230	3	9.1	47
51	51	0.93	5	2	8.3	3	6.3	16	D	7	2	7	150	5	9.3	64
100	100	1.0	5	2	6.5	3	5.8	16	D	7	2	5	38	3	7.5	68

50 % av organisk materiale er karbon,  
restene er eksempelvis nitrogen,  
fosfor og svovel +++





### Moldprosent, jordart og karboninnhold i jorda 0-20 cm dyp og pr daa



Eiere av jord forvalter store karbonverdier i karbonbanken sin.

Lufta 1,7 tonn C

Vegetasjonen 1 tonn



# Hvordan måle jordhelse?



Risteprøver av jord i vann: Annette Vestergaard, SEGES



Kurs i å vurdere jord og jordhelse vha Jordlappen. Foto: Liv Karin Sola, Bondevennen



# Jordhelseindikatorer

- Prosesser og mangfold er vanskelige å tallfeste
- Bruker ulike indikatorer (relevant tilstand, eller endring over tid)



Jordhelse:  
«Jordas evne til å opprettholde produktivitet, mangfold og økosystemtjenester i terrestriske økosystem»  
The Intergovernmental Technical Panel on Soils (ITPS)



Antall og arter meitemark

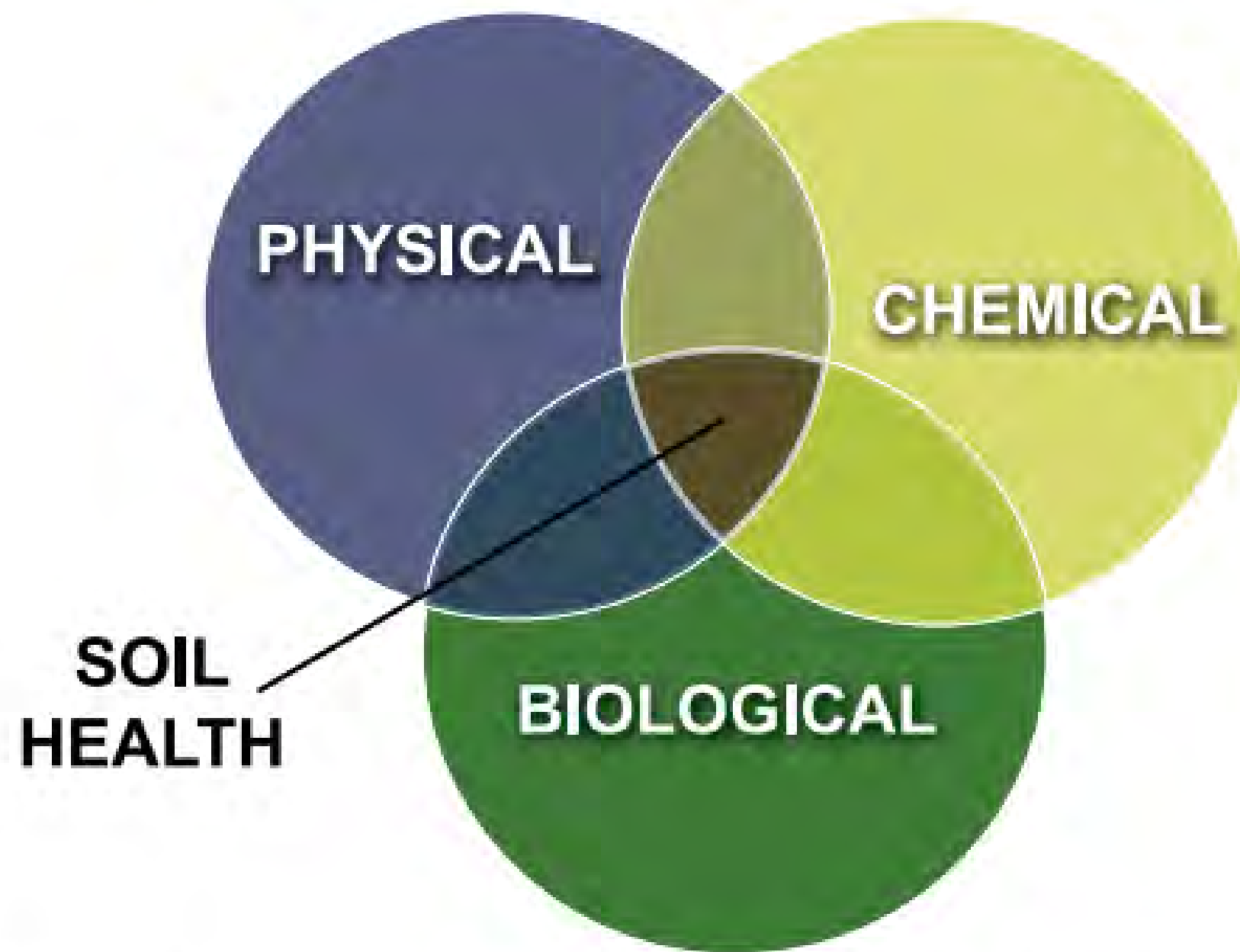


Respirasjon (CO<sub>2</sub> produksjon) - to ulike tester





Flere målinger og indikatorer sammen  
- for å se trender i jordbiologi og jordhelse



**Jordbiologi:**

Aktivitet  
Antall  
Biomasse  
Aggregatstabilitet

**Jordkjemi:**

Jordanalyser,  
Organisk materiale (SOM)  
Aktivt karbon (POXC)

**Jordhelse**

**Jordfysikk:**

Porevolum, Jordtetthet,  
Aggregatstabilitet,  
Infiltrasjon

**FIGURE 2.03.** The concept of soil health deals with integrating the physical, biological and chemical components of the soil. Adapted from the Rodale Institute.

Fra Moebius-Clune et al. 2017



# Karbon og biologisk aktivitet i eng- og potetjord (K-BEP)

- Biologisk aktivitet og jordkarbon
- Eng og beite
- Tidligpotet
- Sommer 2021



Deltagere fra NORSØK i prosjektet : Tatiana Rittl, Sissel Hansen og Reidun Pommeresche. Finansiert av Landbruksdirektoratet





# Jordhelse i eng og beite



Foto 19.5. 2021

**Beite**

3 gjentak,  
Siltig mellomomsand  
8-10 % org. materiale  
prøver 1. juni 2021

**2.års eng A**



**2.års eng B**



**4.års eng**





# Potetfelt «karbonboostet» i 2019, målt jordhelse i 2021

**BK+ = Biokull + flytende råtnerest**



- 3 gjentak
- finsand
- 2,5 % org. materiale
- ca 1,5 kg C (TS)/ m<sup>2</sup>
- prøver 6.juli

**K0** – uten tilført organisk materiale (OM)

**HG- hestegjødsel + strø**

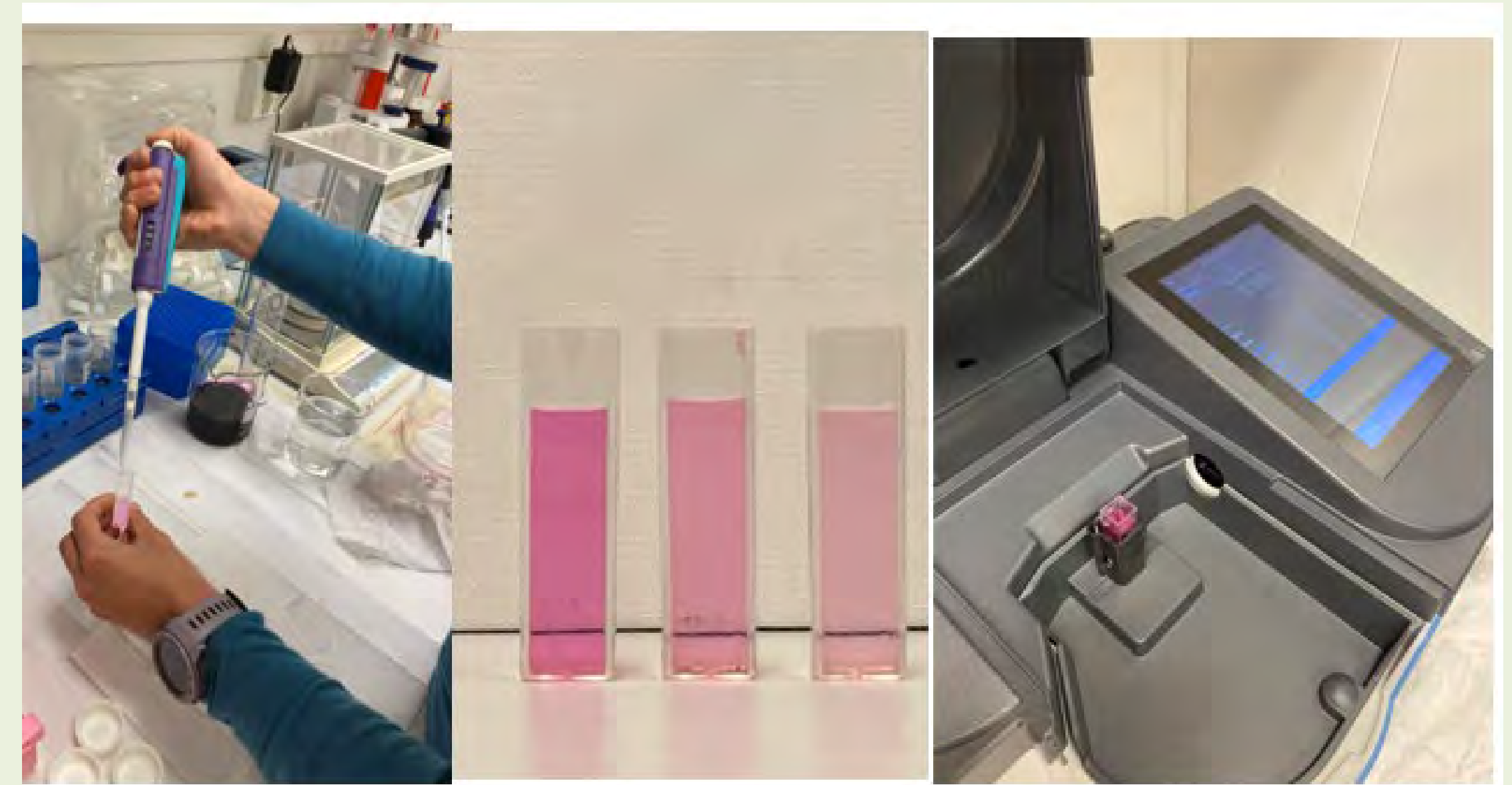


**BR = fast råtnerest fra biogassanlegg**





# Karbon i jorda



- Aktivt karbon**  $\approx$  lettomsettelig del av OM i jorda
- minst stabile del
  - måles ved måle fargeendring i væske tilsatt jord

**Glødetap (GT)**  $\approx$  innhold av organisk materiale (OM)

- mengde organisk materiale i siktet jord
- ca 50 % av GT er karbon
- vekttap ved å brenne tørr, siktet jord = **GT (%)**

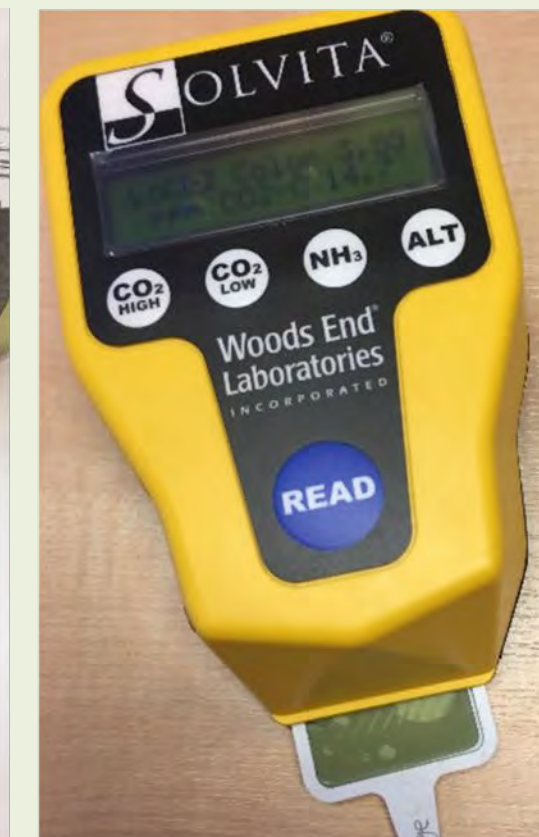


# Biologiske undersøkelser

## Respirasjon fra jordlivet

**PASCO CO<sub>2</sub>** = CO<sub>2</sub>- måling fra jorda ute i felt med en sensor kalt PASCO (mg C/sek/m<sup>2</sup>)

**SOLVITA CO<sub>2</sub>** = CO<sub>2</sub>- måling fra jord med Solvita testplater – fargeendring (mg CO<sub>2</sub>-C/kg)





# Biologiske undersøkelser forts.

## Mikrobiometer-test (MBT)

- mikroorganismer i prøven ( $\mu\text{g}$  mikrobielt karbon / g jord)
- % sopp og bakterier.
- jord fra felt i en løsning/mikses, farge leses av i app



## Matpinner

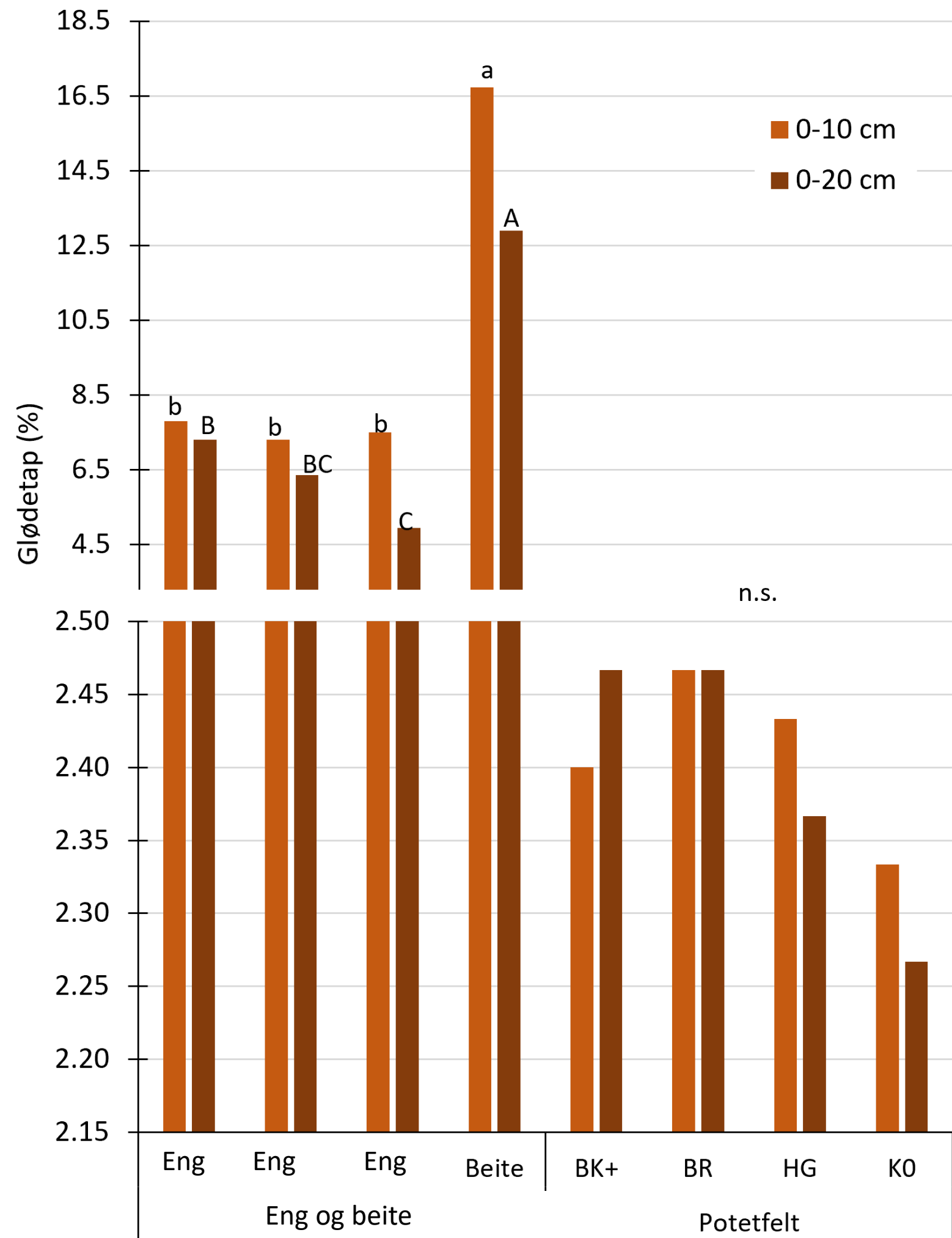
- Plastpinner med 16 små hull fylte med organisk materiale



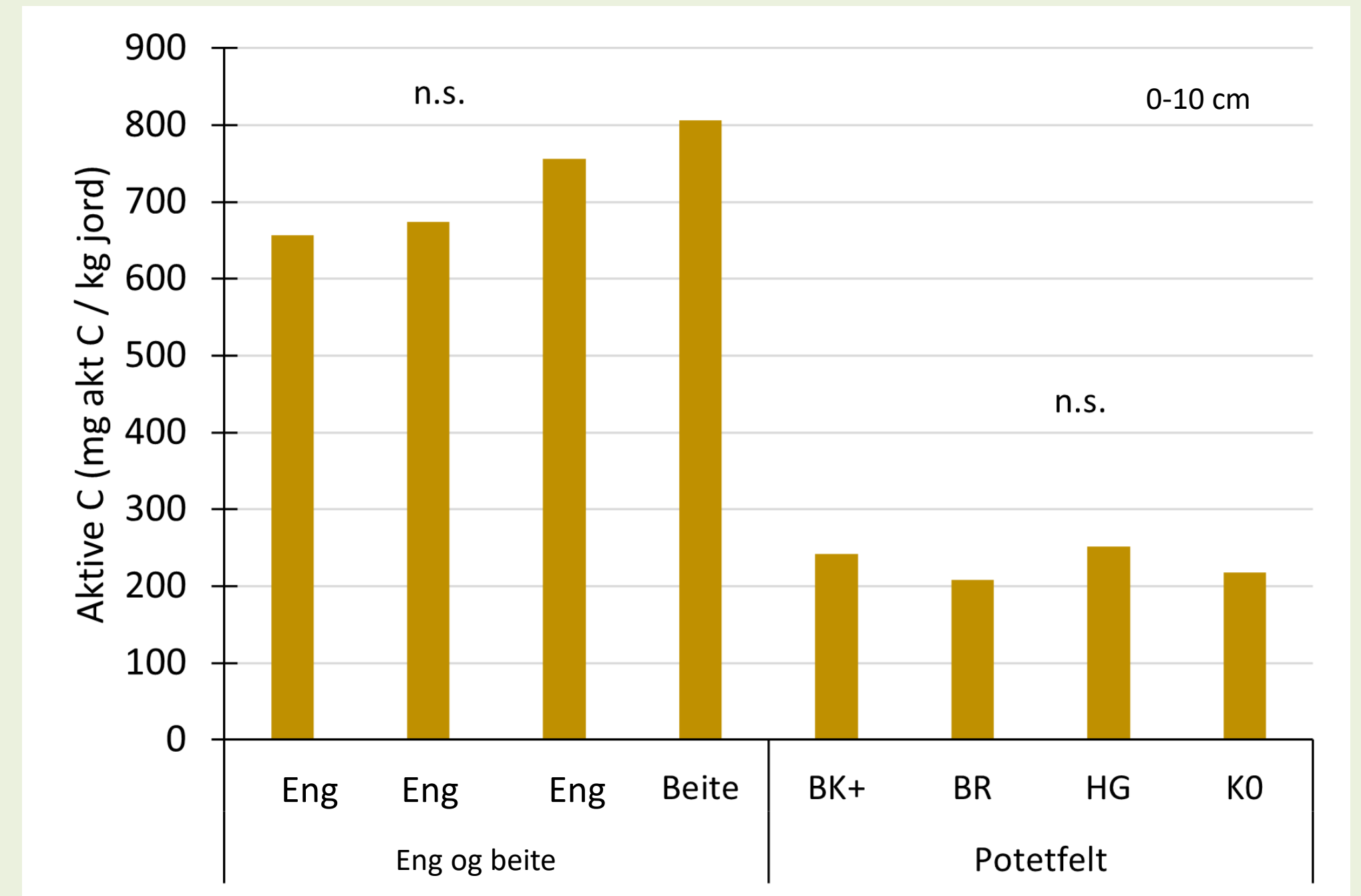
Fargefigur fra <https://kids.frontiersin.org/article/10.3389/frym.2020.547630>



# Organisk materiale og karbon

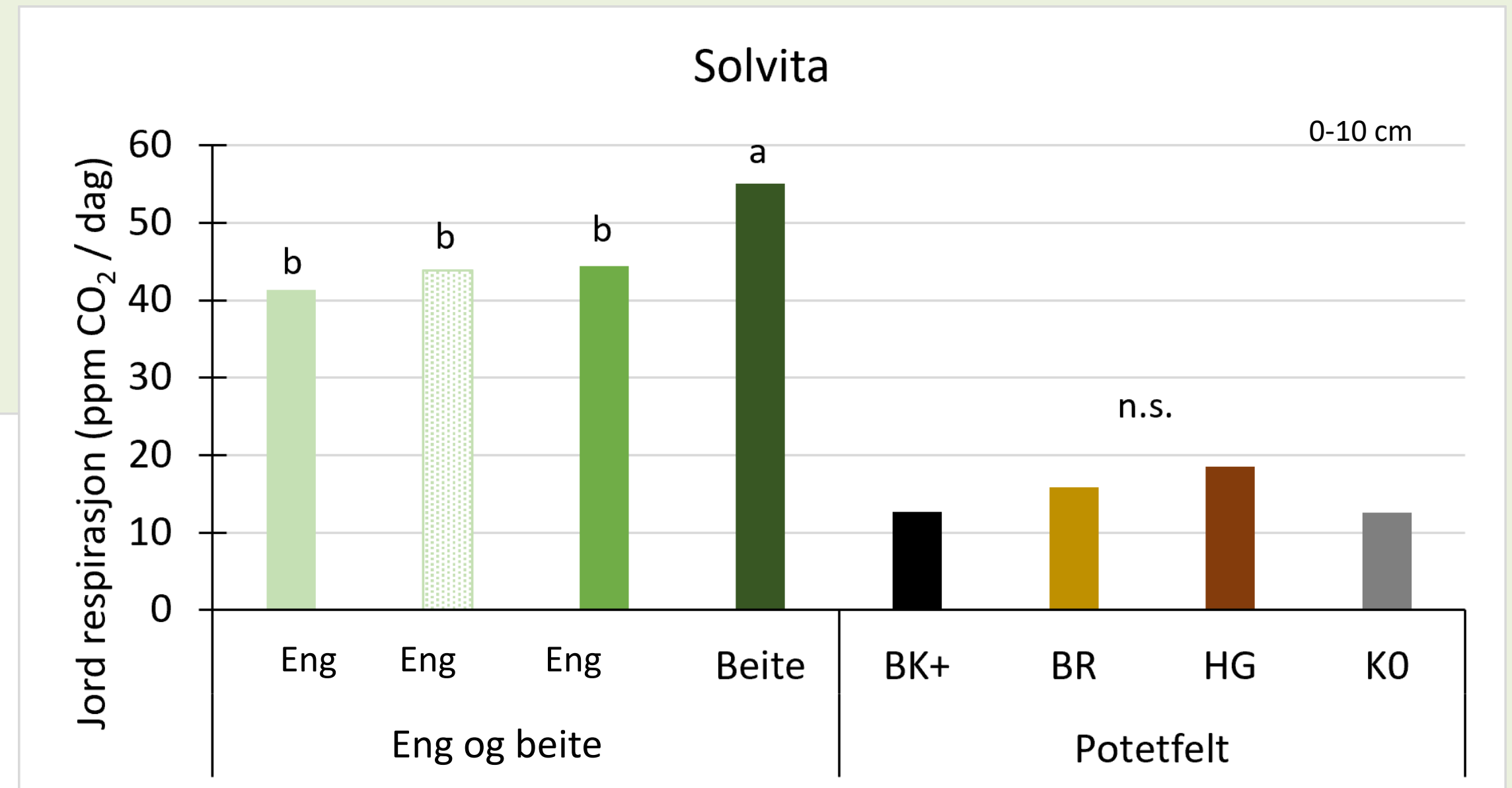
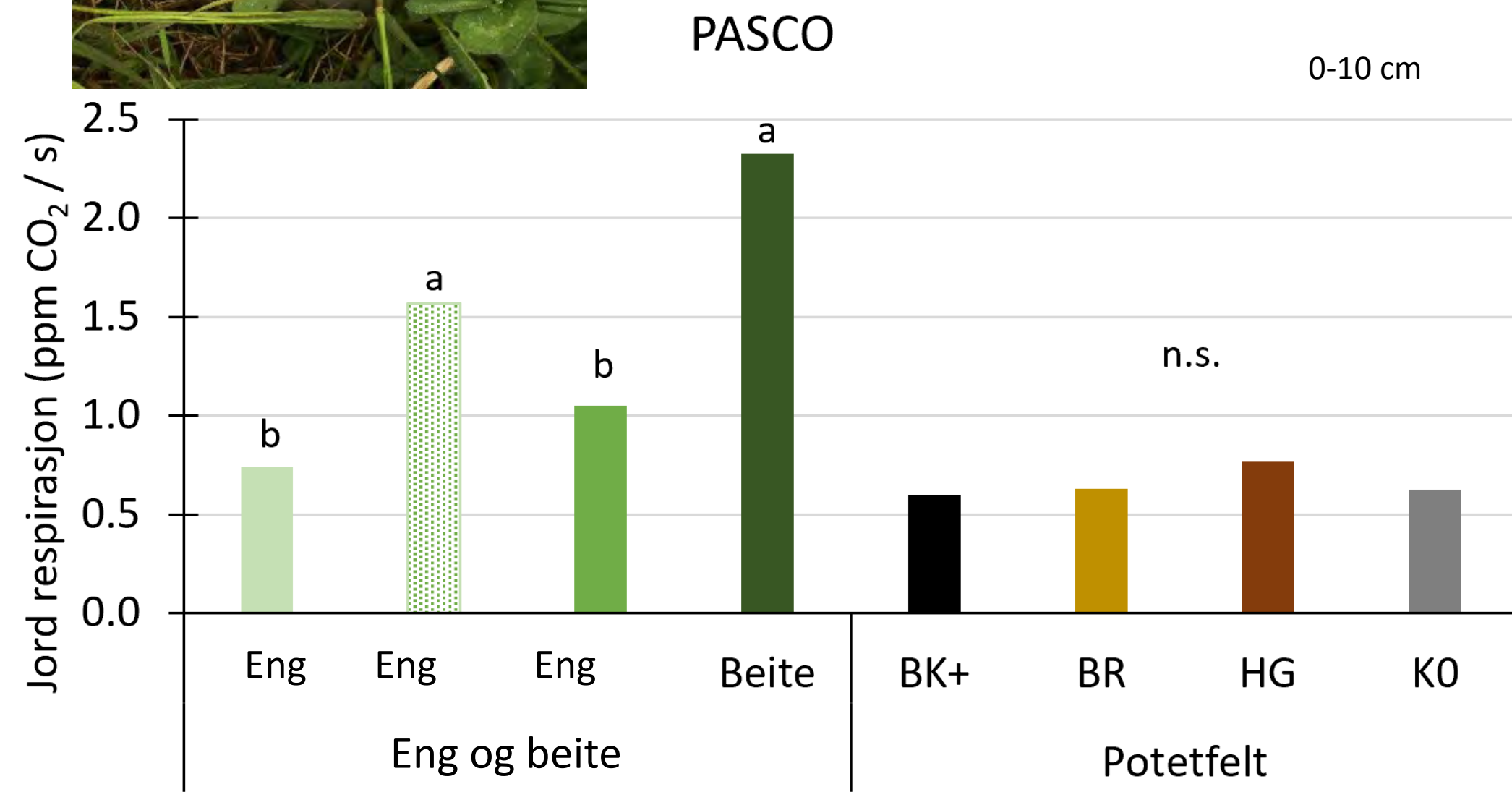


BK+ = biokull + flytende bioest (tilf. 2 år siden)  
 BR = fast del av bioest 8tilført for 2 år siden)  
 HG = hestegjødsel m strø 8tilført jorda for 2 år sid.  
 K0 = er kontroll ledd uten tilført OM





# Biologisk aktivitet i jord (respirasjon)



BK+ = biokull + flytende bioest  
 BR = fast del av bioest  
 HG = hestegjødsel m strø  
 K0 = uten tilført OM

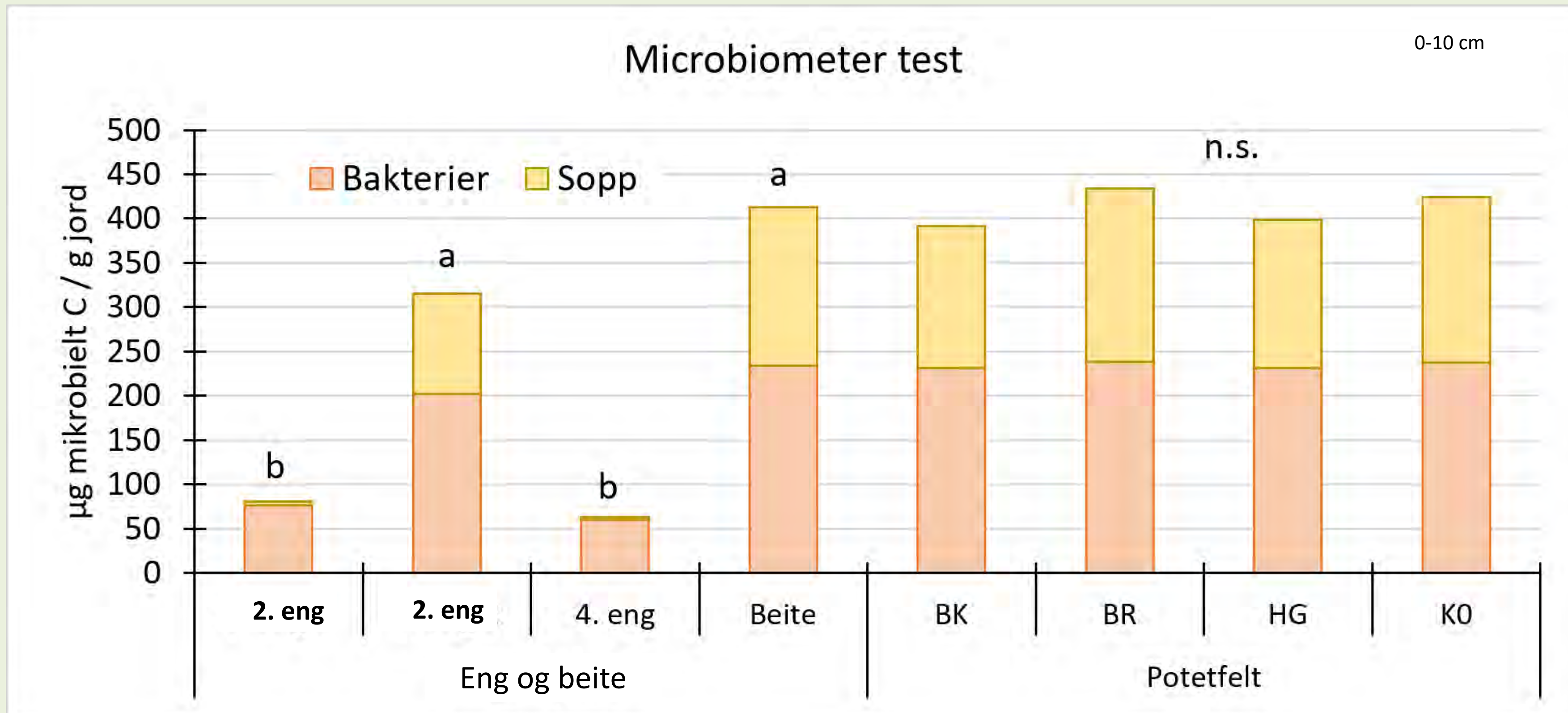




# Mengde og type mikroliv i jorda

BK = biokull + flytende bioest  
 BR = fast del av bioest  
 HG = hestegjødsel m strø  
 KO = uten tilført OM

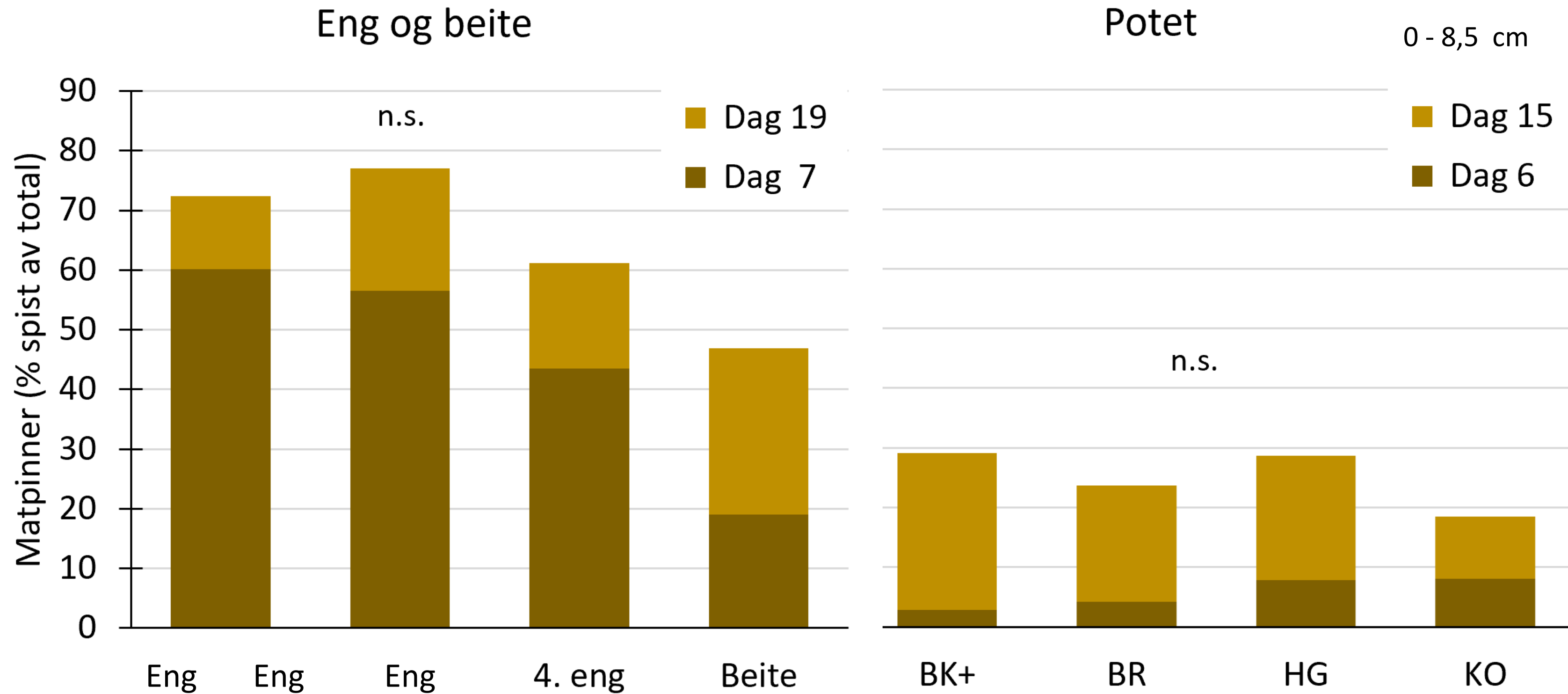
200 µg mikrobielt C/g jord er lite og 800 er «utmerket» for landbruksjord ifølge firmaet selv.





# Nedbryting av organisk materiale i jord

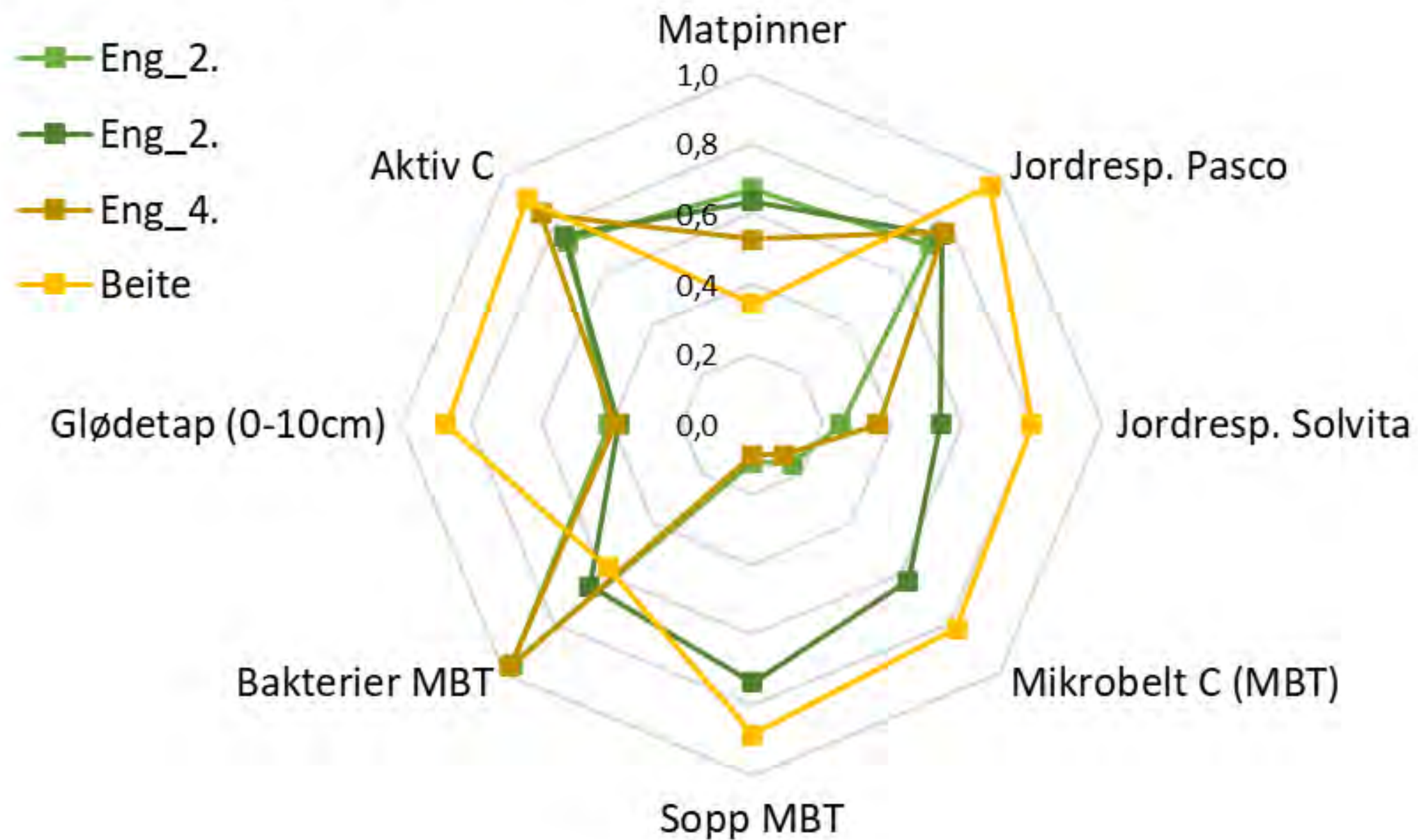
BK+ = biokull + flytende bioest  
 BR = fast del av bioest  
 HG = hestegjødsel m strø  
 K0 = uten tilført OM



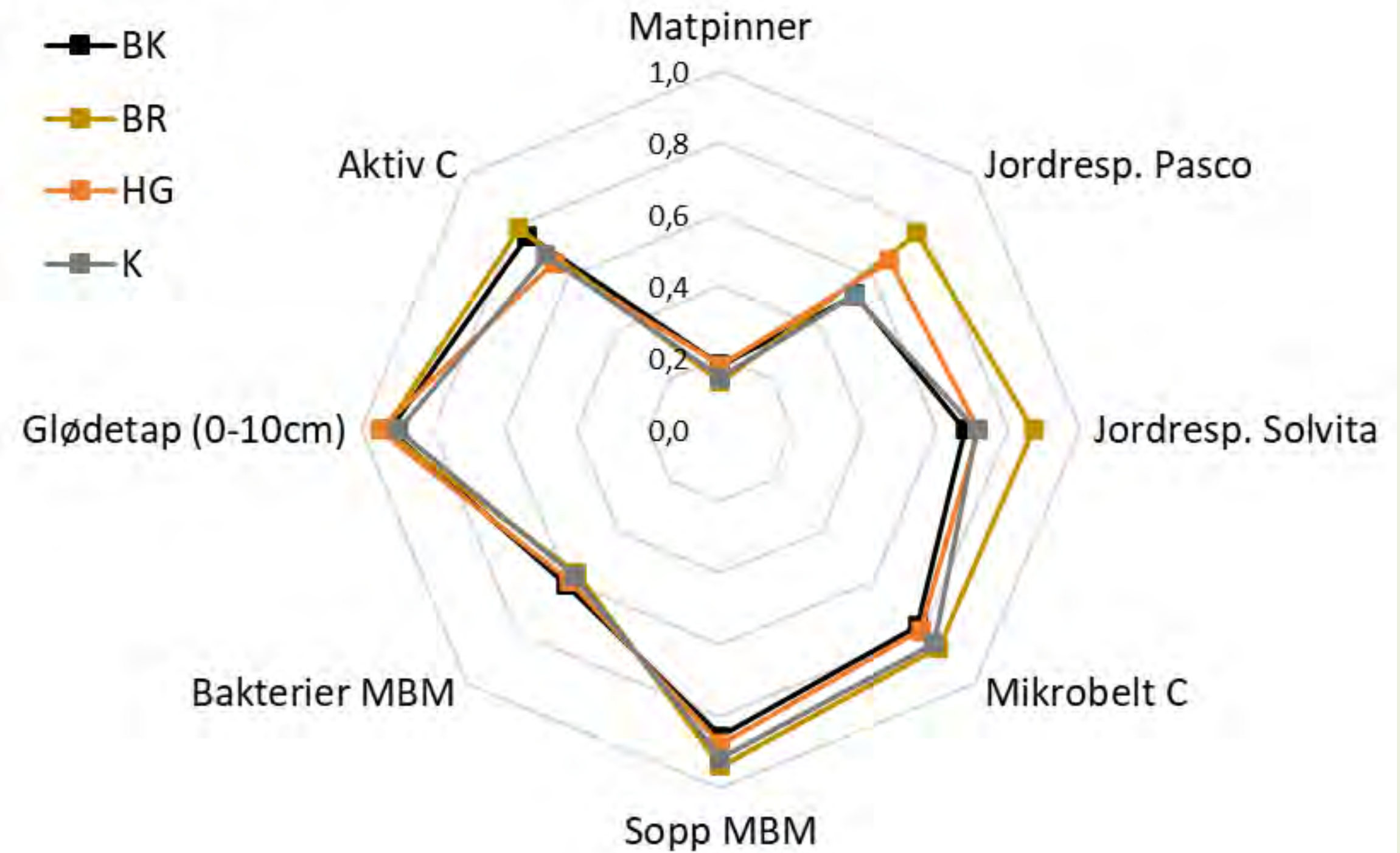


# Samlet

## Eng og beite



## Potetfelt



Verdiene er oppgitt som gjennomsnitt for hver behandling som andel av høyeste verdien observert i datasettet (=1)

Punkter som er lenger ut i sirkelen viser høyere verdier («bedre») enn lenger inn mot sentrum



# Jordlappen – helhetlig vurdering av jord



Ferdig manual (NORSØK-rapport) med plansjer i 2020.

Samarbeid gjennom mange år med personer i NORSØK, Foregangsfylke Jord prosjektet, Debio, NLR, VitalAnalyse, NIBIO og NMBU munnet ut i Jordlappen.

Finansiert av Matmerk, Landbruksdirektoratet og LMD



# Jordlappen

1. Jordstruktur
2. Jordart
3. Moldinnhold
4. Omdanning av planterester
5. Jordpakking
6. Vanninfiltrasjon
7. Plantevekst
8. Røtter
9. Biologisk nitrogenbinding
10. Meitemark





# Jordkvalitetskort

Dato:

Sted:

Ditt navn:



Sett ring rundt svar som passer

2. Jordart (sett ring)  
mest: leire, silt, sand, grus

3. Moldinnhold:  
lite, middels, mye, (myrjord)

Vekster:  
Jordarbeiding:

Indikatorer	Dårlig	Middels	Bra	
1. Jordstruktur	Fra 0-30 cm: mest store, harde klumper, tydelig lagdeling eller nesten bare løse sandkorn.	Fra 0-30 cm : en del avrunda jordaggregater (grynstruktur), noen harde, større klumper og/eller plater.	Grynstruktur, lett å smuldre i minst 15 cm av matjordlaget (0-30 cm). Få klumper som du ikke klarer å klemme i to med fingrene.	
4. Omdanning av planterester	Planterester/husdyrgjødsel finnes uomdannet og/eller som lag i jorda. Vondlukt av dette laget.	Planterester i jorda er mørkfarget og i ulike omdanningsfaser. Varierende lukt.	Det er lite rester av plantemateriale. De som finnes er tydelig omdannet. Frisk jordluft. Lukter det skogsjord er det et bra tegn.	
5. Jordpakking	a) Klarer å trykke/vri en gardinvaier maks 5 cm ned i jorda selv med stor kraft. b) Tydelig hardpakka plogsåle.	a) Vaieren kan trykkes et stykke ned i jorda, 5-10 cm, men det er tungt. b) Plogsåle med noen røtter.	a) Klarer å trykke vaieren ned til over 10 cm. b) Røttene vokser tydelig gjennom plogsålen.	
6. Vanninfiltrasjon	Vannet synker mindre enn 2 mm i løpet av 20 minutter (0,1 mm/min).	Vannet synker ca 10 mm på 20 minutter (0,5 mm/min).	Vannet synker 10 mm på 2 minutter (mer enn 5 mm/min)	
7. Plantevekst	Dårlig plantevekst generelt. Mindre enn 25% dekning av kulturvekster.	Variabel plantevekst. Rundt 50 % dekning av kulturvekster.	Friske grønne planter og/eller over 75 % dekning av kulturvekster.	
8. Rotvekst	Dårlig rotvekst, flere røtter er fortykka, er hvite, gulbrune og/eller vokser sideveis. Få smårøtter. Lite jordpels på røttene.	Det er både tykke og tynne røtter. Røtter både i sprekker og litt inni selve jordklumpene. Frisk farge. En del røtter med jordpels.	Frodig rotsystem, røttene vokser jevnt nedover og utover i de øvre 20 cm av jorda. Mye jord henger på røttene = mye jordpels.	
9. Biologisk nitrogenbinding	Få knoller (< 5) på belgvekstrøttene, ofte bare få steder på røttene.	En del knoller (5-15), noen få er rosa inni, de andre hvite/grå.	Flere enn 15 knoller hvor de fleste er lakserøde inni. Rosa farge = aktive bakterier.	
10. Meitemark	a) 0-2 meitemark i jordklump på 20x20x20cm. b) 1 art.	a) 2 - 8 meitemarker i jordklumpen, noen meitemarkganger. b) 2 arter.	a) Flere enn 8 meitemarker og flere meitemarkganger i jordklumpen. b) 3 arter.	





# Plansje 1a. Jordstruktur







Foto Reidun Pommeresche



Foto Reidun Pommeresche



Foto Hanne Kristiansen



Foto Maud Grøtta



Foto Kari Bysveen



Foto Reidun Pommeresche



# Plansje 10a. Meitemark – antall og arter





## Stort potensiale for forbedringer



## Potensiale for forbedring



## Bra forhold, fortsett slik 😊



Foto: Reidun Pommeresche, Maud Grøtta (Landbruk Nordvest) og Øystein Haugerud (Fylkesmannen i Oslo og Viken)

Veileder til Jordlappen finner du her : <http://orgprints.org/34216/>  
Foto av ulike varianter av indikatorene : <http://orgprints.org/34212/>





## Carbon for soils, not soils for carbon

Gabriel Y. K. Moinet<sup>1</sup> | Renske Hijbeek<sup>2</sup> | Detlef P. van Vuuren<sup>3,4</sup> | Ken E. Giller<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Soil Biology Group, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands

<sup>2</sup>Plant Production Systems, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands

<sup>3</sup>PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague, The Netherlands

<sup>4</sup>Copernicus Institute of Sustainable Development, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands

### Correspondence

Gabriel Y. K. Moinet, Soil Biology Group, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.

Email: [gabriel.moinet@wur.nl](mailto:gabriel.moinet@wur.nl)

### Funding information

Wageningen University

### Abstract

The role of soil organic carbon (SOC) sequestration as a 'win-win' solution to both climate change and food insecurity receives an increasing promotion. The opportunity may be too good to be missed! Yet the tremendous complexity of the two issues at stake calls for a detailed and nuanced examination of any potential solution, no matter how appealing. Here, we critically re-examine the benefits of global SOC sequestration strategies on both climate change mitigation and food production. While estimated contributions of SOC sequestration to climate change vary, almost none take SOC saturation into account. Here, we show that including saturation in estimations decreases any potential contribution of SOC sequestration to climate change mitigation by 53%–81% towards 2100. In addition, reviewing more than 21 meta-analyses, we found that observed yield effects of increasing SOC are inconsistent, ranging from negative to neutral to positive. We find that the promise of a win-win outcome is confirmed only when specific land management practices are applied under specific conditions. Therefore, we argue that the existing knowledge base does not justify the current trend to set global agendas focusing first and foremost on SOC sequestration. Away from *climate-smart soils*, we need a shift towards *soil-smart agriculture*, adaptive and adapted to each local context, and where multiple soil functions are quantified concurrently. Only such comprehensive assessments will allow synergies for land sustainability to be maximised and agronomic requirements for food security to be fulfilled. This implies moving away from global targets for SOC in agricultural soils. SOC sequestration may occur along this pathway and contribute to climate change mitigation and should be regarded as a co-benefit.

### KEYWORDS

climate change mitigation, food security, soil carbon sequestration, soil multifunctionality, trade-off

## Sequestering Soil Organic Carbon: A Nitrogen Dilemma

Jan Willem van Groenigen,<sup>\*,†</sup> Chris van Kessel,<sup>‡</sup> Bruce A. Hungate,<sup>§</sup> Oene Oenema,<sup>†,||</sup> David S. Powlson,<sup>⊥</sup> and Kees Jan van Groenigen<sup>†,#,●</sup>

<sup>†</sup>Department of Soil Quality, Wageningen University and Research Centre, P.O. Box 47, 6700 AA Wageningen, The Netherlands

<sup>‡</sup>Department of Plant Sciences, University of California, Davis, California 95616, United States

<sup>§</sup>Center for Ecosystem Science and Society (EcoSS), Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona 86011, United States

<sup>||</sup>Wageningen Environmental Research, Wageningen University and Research Centre, 6700 AA Wageningen, The Netherlands

<sup>⊥</sup>Department of Sustainable Agricultural Sciences, Rothamsted Research, Harpenden, Hertfordshire, AL5 2JQ, U.K.

<sup>#</sup>Geography, College of Life and Environmental Sciences, University of Exeter, Exeter EX4 4 RJ, U.K.



To slow down rising levels of atmospheric CO<sub>2</sub>, the "4 per 1000" (4p1000) initiative was launched at the COP21 conference in Paris (<http://4p1000.org>). This initiative aims at a yearly 4‰ (0.4%) increase in global agricultural soil organic carbon (SOC) stocks. If applied to all (also nonagricultural) soils, such a C sequestration rate could in theory fully compensate increases in atmospheric CO<sub>2</sub>–C levels of 4300 Tg yr<sup>-1</sup>. We question the feasibility of the 4p1000 goal, using basic stoichiometric arguments. Soil organic matter (SOM) contains nitrogen (N) as well as C, and it is unclear what will be the origin of this N.

pollution impacts. However, these surpluses are not evenly distributed but highly concentrated in specific regions, notably China.<sup>3</sup> There are also substantial differences between land uses: surpluses are large in soils under intensive agricultural and horticultural management but small in low intensity grazed rangelands and small-holder arable cropping (for instance, in Africa). Even if the N surpluses were more evenly distributed, they would first have to be accumulated by crops in order to supply organic C to the soil. The rate of N accumulated in global cropland residue is estimated to be ~30 Tg N yr<sup>-1</sup>,<sup>4</sup> far less than the 100 Tg N yr<sup>-1</sup> required. Furthermore, as a consequence of environmental regulations, intensive efforts to decrease N surpluses are anticipated over the coming decades.<sup>3</sup> Thus, the increase in plant N uptake that is needed to meet the 4p1000 goals is unrealistic.

As plant material has higher C-to-N ratios than SOM, a steady increase in the C-to-N ratio of SOM could facilitate soil C sequestration without extra N. However, it is difficult to see how the required increase in the C-to-N ratio of SOM (0.05 per year) could be achieved and sustained; with the exception of peat, soils globally tend to move toward a C-to-N ratio of 12<sup>1</sup> and we do not know of a mechanism to increase this without also reducing the capacity of soil to supply N.

As increasing soil C content is almost always desirable for improving soil quality and functioning, the 4p1000 initiative is laudable. Since the 4p1000 initiative was introduced, several studies assessed approaches to meet its goals (e.g., ref 5). However, these assessments overlooked limitations imposed by nutrient availability. We conclude that the stated 4p1000 goal of sequestering 1200 Tg C yr<sup>-1</sup> in agricultural soils is unlikely to be met, due to stoichiometric constraints.

We argue for a more spatially diversified strategy for climate change mitigation from agricultural soils. In agricultural soils



Tatiana overtar